

XVIII Congreso Internacional Conservación y Restauración de Bienes Culturales



18th International Meeting on Heritage Conservation



Libro de Actas

Ana María López Montes Francisco Collado Montero Víctor Medina Flórez
Teresa Espejo Arias Ana García Bueno
(Eds.)



Granada,
9 - 11 Noviembre 2011

© de los textos y las ilustraciones: sus autores.

Editores científicos: Ana M^a López Montes, Francisco Collado Montero, Víctor Medina Flórez, Teresa Espejo Arias, Ana García Bueno.

Diseño y maquetación de la portada: Domingo Campillo García.

Diseño, maquetación y contenidos de la página web:  KLEIN^A, Ana M^a López Montes y Domingo Campillo García.

Revisión originales y prueba: Ana M^a López Montes, Francisco Collado Montero, Víctor Medina Flórez, Teresa Espejo Arias, Ana García Bueno.

Edita: Universidad de Granada.

Depósito Legal: GR 4206-2011

ISBN: 978-84-338-5339-4



Identificación de materiales de construcción en el sitio arqueológico de Banasa (noroeste de Marruecos) y estado de alteración

El Amrani, RA.^{1,2}, García-del-Cura, MA.^{2,3}, Ben Mousa; A.¹

¹Departamento de Geología, Facultad de Ciencias, Universidad Abdelmalek Essaadi, Tetuán

²Laboratorio de Petrología Aplicada. Unidad Asociada Universidad de Alicante – CSIC

³ Instituto de Geociencias. CSIC – UCM.

(Autor responsable: angegcura@ua.es)

Introducción

El sitio arqueológico romano "Banasa", situado al noroeste de Marruecos (provincia de Sidi Kacem) (fig 1), es un patrimonio arqueológico de notable valor histórico y uno de los puntos fuertes del turismo cultural en la región de Rharrb. La ciudad fue fundada en el siglo III a.C., como asentamiento cartaginés, aunque fueron los romanos los que la confirieron la dignidad de ciudad en el siglo I d.C. Los vestigios excavados representan un importante testimonio de todas las civilizaciones antiguas que han colonizado el norte del reino de Marruecos, pero estos vestigios se encuentran en un estado deteriorado, por lo que urge intervenir en su conservación.

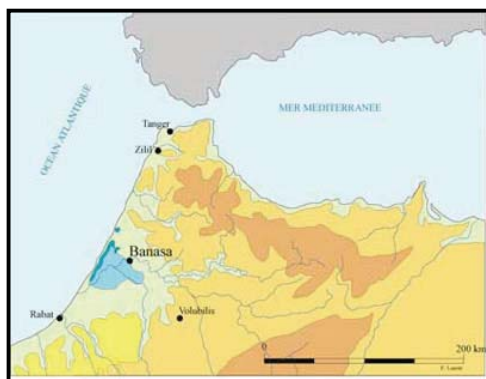


Figura 1. Mapa de situación del lugar arqueológico de Banasa.

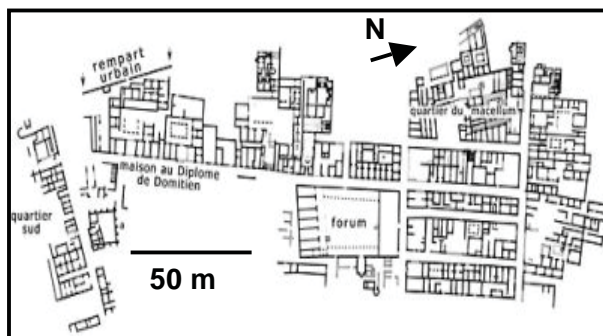


Figura 2. Plano de los restos encontrados [1].

El objetivo de este estudio es la identificación de las facies petrográficas de los materiales utilizados en la construcción, en especial de los que forman parte de la fábrica de las diferentes construcciones que componen el sitio arqueológico y dar un primer avance de su estado de alteración. Entre estas construcciones cabe destacar las que delimitan el foro (fig 3) y las termas (fig.4).



Figura 3. El foro y la puerta Norte del sitio Arqueológico de Banasa. Puede observarse la intensa colonización por líquenes.



Figura 4. Termas.

Metodología

Los diferentes materiales de construcción han sido estudiados mediante microscopia óptica de luz transmitida (Microscopio Zeiss Assioscop) y microscopia electrónica de barrido (MEB de presión variable Hitachi S-3000 N, con un detector de rayos X Bruker modelo Flash 3001 para microanálisis (EDS)). Se ha trabajado con electrones retrodispersados a bajo vacío (sin recubrir la muestra) y a alto vacío (con recubrimiento de carbono) y con electrones secundarios a alto vacío recubriendo la muestra con oro.

La densidad de las muestras ha sido determinada mediante picnometría de helio utilizando un picnómetro AccuPyc 1330. Para el estudio de la porosidad se ha utilizado un porosímetro de mercurio Autopore 9510 Micromeritics.

La absorción de agua por capilaridad ha sido determinada usando la norma UNE EN-1925 [2].

Resultados y discusión

- Materiales

Los materiales utilizados en la fábrica son principalmente rocas sedimentarias correspondientes a la siguiente tipología:

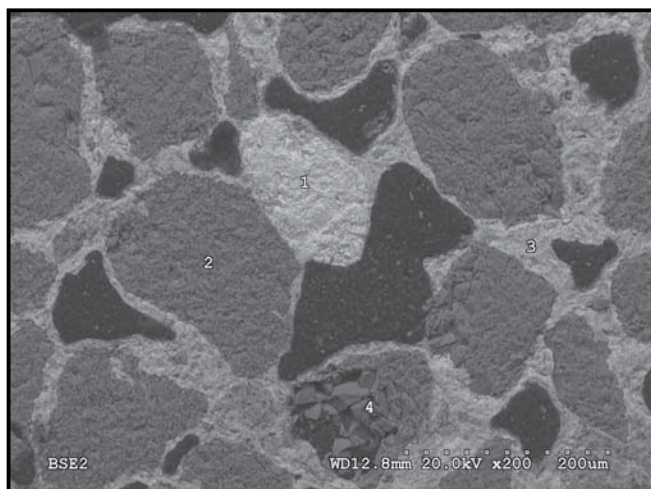
- Biocalcarenitas Plio-Cuaternarias de Bouknadel (costa Atlantique), de color beige - gris (E1).
- Biocalcarenitas del Neogeno de Lala Zahra, de color beige-amarillo, ricas en fragmentos de fósiles (E2).
- Areniscas ferruginosas de color rosa a marrón del Flysch de Ouazzane (E3).
- Caliza oolítica del Jurásico de Jbel Zerhoun, con cantidades variables de dolomita.
- Biocalcarrudita (lumaquela) de Dar Bel Hamri, de color amarillo.
- Conglomerados ferruginosos (matriz marón) de las terrazas fluviales de l'Oued Sebou.

Los dos primeros materiales (E1 y E2) han sido muy utilizados en la construcción del conjunto arqueológico (foro y edificios) mientras que las areniscas ferruginosas (E3), menos porosas que las anteriores, han sido utilizadas en los edificios termale. Los tres tipos de materiales contienen fragmentos de roca ricos en hierro como componentes accesorios.

En la tabla 1 se recogen las principales características de las tres primeras rocas citadas que son las más utilizadas:

	Facies	Procedencia	Densidad real Kg/m ³	Composición
E1	Samitas calcareas grises de grano medio.	Plio-Cuaternario Bouknadel	2.682	- Q (≈ 40%)+Felds +Mc - Fragmentos de roca, fósiles - Cemento calcítico
E2	Biocalcarenitas beiges de grano medio.	Neógeno Lala Zahra	2.721	- Q+ Felds+Mc - Fósiles+Fragmentos de roca - Cemento calcítico
E3	Areniscas Ferruginosas rosas de grano fino.	Techo del Plioceno Ouazzane	2.786	- Q+PI+Mc - Fragmentos de roca - Matriz de oxi-hidróxidos de hierro - Cemento calcítico

Tabla 1 : Algunas características petrológicas y petrofísicas de los materiales más abundantes en elementos de fábrica en el sitio de Banasa. (Q : cuarzo ; Felds : feldespatos ; PI : plagioclase ; Mc : micas)



Otras rocas metamórficas y magmáticas han sido utilizadas en la localidad de Banasa con finalidad ornamental:

- Mármol blanco, del tipo del mármol griego [3], utilizado en las escaleras del foro y en el pavimento de las termas públicas. Con calcita predominante, contiene algo de dolomita y micas e indicios de sulfuros y óxidos de hierro.
- Mármol rosa del tipo portugués [3].
- Esquisto del valle de Tiflet, utilizado en el pavimento en la gran sala de baños del oeste. Rico en cuarzo y biotita, contiene en menor cantidad moscovita y plagioclasa e ilmenita como mineral accesorio principal.
- Basaltos explotados en el Atlas Medio. Han sido utilizados tanto en decoración como en mosaicos

La tipología de los mármoles se ha establecido por comparación visual con los del relativamente cercano sitio arqueológico de Volúbilis [3]. Esta es una observación muy preliminar ya que debería hacerse un estudio mas detallado, que permitiera su comparación con mármoles similares de Marruecos. Especial interés presenta la comparación del mármol rosa del sitio arqueológico con el mármol del mismo color de Tiskram [4]. La comparación de las composiciones isotópicas respectivas de los diferentes mármoles permitiría establecer su procedencia con mayor fiabilidad.

Los morteros son morteros de cal calcítica con áridos de diferentes tamaño (principalmente cuarzo, fragmentos de rocas y fragmentos de cerámica) y ocasionalmente componentes orgánicos. Los fragmentos de cerámica son los que presentan una mayor variación de tamaños en los morteros de diferentes ubicaciones, siendo en las construcciones relacionadas con termas donde son más abundantes los restos de estos materiales.

- Estado de alteración

Se observan procesos de disolución en algunos elementos de fábrica constituidos por rocas carbonáticas, también se observan algunas morfologías propias de alteración por cristalización de sales, mas patentes en elementos formados por las areniscas ferruginosas ya que es este tipo de rocas el que presenta una mayor alteración.

La biocolonización, especialmente por líquenes, está muy extendida (fig. 3) en todos los materiales.

Sobre algunos materiales hemos encontrado restos de frústulas de diatomeas pennadas que interpretamos como relacionadas con procesos de inundación.

Para evaluar la alterabilidad por cristalización de sales de los materiales principales se sometieron a ensayos normativos de cristalización de sales [5], pudiendo verse los resultados en la tabla 2. Estos resultados corroboran la observación de la mayor alterabilidad de las areniscas ferruginosas (E3), posiblemente relacionada con presentar un tamaño de poro (moda 0,1 - 1 μm) considerablemente menor que el de los otros tipos de materiales (E1 y E2) [6].

Tipo de roca	E1	E2	E3
Porosidad Hg (%)	16,76	21,40	8,82
Absorción de agua (%)	6,7	7,01	4,95
Permeabilidad C (g/m ² s ^{0,5})	58,4	35,0	17,0
Pérdida de masa por cristalización de sales (g)	0,7	1,8	10,1

Tabla 2. Comportamiento hídrico y durabilidad frente a cristalización de sales de los materiales más abundantes en elementos de fábrica en el sitio de Banasa

Conclusiones

Se han caracterizado los materiales de fábrica del sitio arqueológico de Banasa y su potencial procedencia estudiando su durabilidad, tanto con observaciones sobre el terreno como con ensayos de envejecimiento por cristalización de sales. Se ha constatado que la cristalización de sales y la biocolonización son los dos procesos de alteración mas importantes que afectan a las materiales de dicho sitio arqueológico. Los materiales detríticos con pequeño tamaño de poro son los más afectados por la cristalización de sales.

Se ha determinado que los materiales del tipo E1, samitas pliocuaternarias de Bouknadel presentan un mejor comportamiento frente a la alteración por sales. Además, el hecho de que existan canteras actuales para la extracción de este tipo de rocas, especialmente en Sidi Bouknadel (N de Kenitra), le hacen un material muy aconsejable para las labores de rehabilitación del sitio arqueológico.

Se dan algunos datos mineralógicos sobre rocas ornamentales (mármoles y esquistos) que pueden contribuir al conocimiento de la utilización de este tipo de rocas en el N de África en la época romana.

Agradecimientos

Redaa Allah El Amrani ha contado con una beca MAEC- AECID para la realización de este trabajo.

Bibliografía

- [1] Euzennat M., Le Limes de Tingitane. La frontière méridionale, Paris (Col. Études d'Antiquités Africaines.), (1989) CNRS 339 pags.
- [2] Norma UNE-EN 1925 Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación del coeficiente de absorción de agua por capilaridad. (1999) Madrid: (AENOR). 14 pags
- [3] Antonelli, F., Lazzarini, L., Cancellière, S., Dessandier, D., "Volubilis (Meknes, Morocco): Archaeometric study of the white and coloured marbles imported in the Roman age" *J. Cultural Heritage* 10 (2009) 116-123.
- [4] Origlia, F., Gliozzo, E., Gandin, A.; Meccheri, M., Spangenberg, J.E., Turbanti Memmi, I. *Environ Earth Sci.* (2011) DOI 10.1007/s12665-011-1224-4
- [5] Norma UNE-EN-12370 Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia a la cristalización de sales. (1999) Madrid: (AENOR). 12 pags
- [6] Benavente, D.; García, M.A.; Fort, R.; Ordóñez, S. "Durability estimation of porous building stones from pore structure and strength." *Engineering Geology*, 174(2004) 113–127,